

Protopectinase를 이용하여 제조한 마늘 단세포화물의 품질특성

백구현 · 김성수 · 탁상범¹ · 강병선² · 김동호² · 이영춘^{*1}

한국식품연구원 식품자원이용연구본부

¹중앙대학교 식품공학과, ²영동대학교 식품공학과

Quality Characteristics of Garlic Suspensions Using Protopectin Hydrolytic Enzymes

Ku-Hyoun Baek, Sung-Soo Kim, Sang-Bum Tak¹

Byung-Sun Kang², Dong-Ho Kim² and Young-Chun Lee^{*1}

Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

¹Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University Ansung, Korea

²Department of Food Science and Technology, Young-Dong University Young-Dong, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the change of functional components and volatile flavor components from garlic for which both were treated with protopectinase (PPase) and mechanical maceration during storage period. Alliin contents of garlic suspensions macerated mechanically were 11.0 mg/g at 0 day and 6.6 mg/g at 24 day. Whereas alliin contents of garlic treated with PPase were 8.5 mg/g at 0 day and 7.0 mg/g at 24 day. Importantly, over 40% of alliin, which is the most unstable component during the mechanical maceration, remained with an intact form for 24 day after the enzymatic treatment. The flavor components from garlic suspensions were extracted by solid-phase microextraction (SPME) and were analyzed and identified by gas chromatography (GC) and chromatography/mass spectrometry (GC/MS). The number and concentrations of flavor components of garlic macerated mechanically were increased during storage period, and total 18 kinds of flavor compounds were identified. Thus, the PPase treatment of garlic could be a better choice for preparation of the highly valuable and functional processed food as well as for prolonging the preservation period.

Key words : protopectinase, garlic, alliin, GC, SolidPhaseMicroExtraction (SPME)

서 론

마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과(Liliaceae) 파속(Allium)에 속하는 인경작물로서 국내채소류 중 배추, 무우 및 고추와 함께 농가소득의 주요 작물이다(1). 마늘은 유기황을 함유하고 있어 독특한 향미 특성으로 인하여 예로부터 향신료로 사용되어 왔으며, 최근 이들 황화합물이 항균성, 항암성, 항혈전성, 항산화성 등의 기능성을 가지고 있는 것으로 보고되면서 건강보조식품 및 의약품의 소재로도 널리 활용되고 있다(2). 마늘을 썰거나 다져서 조식을 마쇄했을 때

나는 특유의 자극성 냄새와 맛은 마늘 중의 alliin이 allinase에 의해 allicin과 pyruvic acid로 분해되고 allicin이 다시 diallyl disulfide로 분해된 후 이들이 pyruvic acid와 서로 작용하여 저급황화합물 및 carbonyl 화합물을 생성함으로써 발생하는 것으로 알려져 있다(3,4). 이러한 마늘의 유효성분을 이용하기 위한 방법중 하나가 최소가공을 통한 생마늘에 가까운 상태의 마늘을 이용해야 한다는 것이다. 또한 마늘은 수분 80% 이상을 함유하여 외관상 손실 및 저장 중 품질손실이 많다. 이러한 상태의 마늘을 이용하기 위해서는 가공을 하더라도 천연의 영양성분들의 손실을 최소화하는 상태의 새로운 방식의 가공기술이 개발되어야 할 것으로 보인다(5).

*Corresponding author. E-mail : yclee@post.cau.ac.kr,
Phone : 82-31-670-3022, Fax : 82-31-670-4853

예를 들어, 여러 산화효소를 불활성화 시키거나 고유 색상, 향, 영양성분의 소실(6)을 가져오는 열처리 가공공정을 극복할 수 있는 최소한의 가열 또는 비(가)열 가공공법으로 최소가공기술(minimal processing technology)인 막여과(7), 전자파처리, 초고압 및 고전압 펄스 자기장(8), 방사선 조사 기술(9) 등의 물리적인 처리방법과 오존(10), NaOCl, 유기산 및 방부제 등의 여러 화학적인 처리방법이 연구되고 있다. 또한 이러한 방법들이 식품가공 산업에서 새롭게 시도되고 있다(11).

이와 같은 식품가공방법 이외에 여러 가지 가공목적에 따라 마쇄(size reduction) 공정이 필요하며, 현재 주로 사용되는 과채류 마쇄기법은 기계적 마쇄 방법이다. 그러나 이 방법을 사용하면 최종 마쇄물의 크기를 작게 할수록 세포의 파괴로 인한 품질손실이 심해지므로 이러한 문제점들을 해결하기 위해 연구가 진행되어야 한다. 현재까지 진행되고 있는 것이 효소처리를 이용한 식물조직의 단세포화이며, 이 방법은 식품의 조직을 마쇄할 때 세포와 세포를 연결하는 부위를 효소적으로 분해시켜 단세포로 만들 수 있는 방법이다. 이와 같은 기술이 개발되면 기계적 마쇄시 발생하는 여러 가지 품질손실을 효과적으로 방지할 수 있을 것으로 보여진다.

따라서 본 연구에서는 마늘을 효소적, 기계적 방법에 따라 마쇄저장 할때의 품질변화를 상호 비교분석하여, 가공시 과채류의 효소 처리 가능성에 대한 기초자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

본 연구에서 사용한 마늘(*Allium sativum* L., 충남 서산産)은 2004년 5월 시중에서 구입하였다. HPLC(Gilson 305, Gilson Co. Ltd., Muskegon, Mo, France) 분석을 위해 alliin(Sigma, Louis, USA)을 표준품 시약으로 사용하였고, 용매는 모두 HPLC용 용매를 사용하였다. 기타 시약은 특급이나 1급 시약을 사용하였다.

효소는 일본 IGA社에서 정제한 PPase 건조 분말효소(*Bacillus subtilis*가 약 70%를 차지하는 효소)를 사용하였다.

마늘 단세포화

단세포화물의 제조는 Sakai 등의 방법(12)을 수정하여 제조하였다. 마늘 slice(3~5 mm) 9 g을 pH 8.0으로 맞춘 20 mM Tris-HCl buffer용액 13 mL과 효소용액 13 mL(증류수 대비 0.75% 효소액)을 혼합하여 100 mL 삼각플라스크에 넣은 후 shaking incubator(KMC-8480F, vision scientific Co. Ltd., Pucheon, Korea)에서 250 rpm, 37°C에서 90분 동안 활성화 시킨 뒤 20 mesh screen에 걸러져 나온 것을 단세포

화물로 하였다.

한편 대조구는 효소를 첨가하지 않은 증류수 13 mL에 buffer 13 mL과 동량의 시료를 넣고 homogenizer(PT 10-35, kinematica, Polylin, Switzerland)로 7,000 rpm에서 약 30초간 마쇄하였다. 처리된 각 시료는 현미경 촬영을 실시하여, 단세포의 구성유무를 확인하였다.

Alliin 함량

마늘 처리 방법에 따른 alliin 함량을 저장기간에 따라 비교하기 위해 기계마쇄물과 단세포화물을 제조한 후, 그대로 냉동건조시켜 분말시료로 사용하였다(Fig. 1). 주요 성분인 alliin의 함량은 표준품을 이용해 2, 4, 6, 8, 10 ppm의 농도별로 standard curve를 작성하였다. 그 다음 단세포화물과 기계 마쇄물의 alliin 함량을 Table 2의 조건에 맞추어 HPLC 분석하였다. 이를 통해 마늘 단세포화물과 기계마쇄물 간의 alliin 함량을 저장기간에 따라 비교하면서 유효성분 유지능력을 비교(13)하였다.

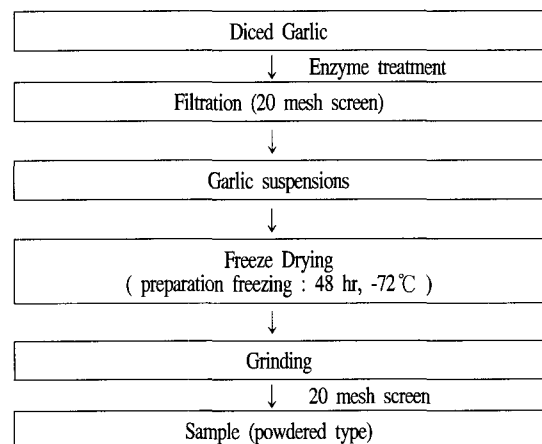


Fig. 1. Procedure of sample preparation for analysis of alliin for HPLC.

향기성분 추출 및 포집

마늘의 처리구별 휘발성 향기성분은 고상미량추출법(Solid-phase microextraction: 이하 SPME이라 함)법을 사용(14)하였다. SPME 장치는 needle에 고정상의 fiber 흡착제가 코팅되어 있으며 이를 장착하는 홀더로 구성되어 있다. 향기성분의 추출 및 포집(흡착)은 4°C에서 저장중인 마늘을 0일, 24일 별로 시료 10 mL을 GC포집용 vial에 넣은 후 마개로 밀봉한다. SPME장치를 시료가 채워진 병의 주입구에 꽂아 fiber가 시료에 닿지 않도록 일정한 높이를 조정 후 홀더의 플런저를 눌러 화이버가 밖으로 나오게 하여 50°C로 가열된 시료병에서 30분간 흡착시켰다. 사용한 SPME 장치의 화이버는 Supelco사(U.S.A) 제품인 50 μ m polydimethylsiloxane / divinylbenzene / carboxen을 사용하였다.

Table 1. Operating conditions of HPLC for alliin analysis

| | |
|------------------|---|
| Apparatus | : Gilson 305 system |
| Detector | : Gilson UV/VIS 119 |
| Wave length | : 337 nm |
| Column | : nucleosil 100-5 C ₁₈ (25 cm) |
| Injection volume | : 20 μ L |
| Flow rate | : 1.0 min/mL |
| Mobile phase | 70(A) - 22 : 6 : 1.5(B) |
| A solvent | 45 mM phosphate buffer(pH 7.15) |
| B solvent | 1,4-dioxane : ACN : Tetrahydrofuran |

향기성분 분리 및 동정

SPME에 의해서 얻어진 휘발성 성분은 gas chromatography (이하 GC, Hewlett-Packard 5890, U.S.A)와 gas chromatography/mass spectrometry(이하 GC/MS, Hewlett Packard 5970, USA)로 분석 확인(15,16)하였다. SPME로 포집된 향기성분은 230°C 고온의 GC septum에 꽂아 고온으로 2분 동안 열탈착시켜 분석을 실행하였으며, 다음 향기 성분을 흡착하기 전에 fiber를 주입구에서 5분간 탈착시킨 다음 향기성분을 추출하였다. GC의 향기성분 분석조건은 Table 2와 같다. 각 성분의 분석은 GC에서 얻은 peak를 GC/MS에 의해서 얻은 total ion chromatography에서 각 peak mass spectrum과 비교 확인하여 분석하였다. 분리된 성분의 동정에는 GC/MS를 사용하였으며 column은 HP-1(30 m \times 0.32 mm \times 1.5 μ m, Hewlett Packard, USA)이었다. GC/MS 조건은 column의 유속(34 cm/sec)만을 제외하고는 GC의 온도조건과 동일하게 분석하였으며, 이온화 에너지는 70eV이었다. GC로 분리된 각 peak 성분은 GC-MS의 Wiley/NBS library와 kovat index 계산 결과를 바탕으로 확인하였으며, relative similarity가 90% 이상인 화합물에 대하여 동일물질로서의 유의성을 인정하였다.

Table 2. Operating conditions of GC for flavor compounds analysis of garlic

| | |
|-----------------|--|
| Instrument | GC(Hewlett-Packard 5890, USA) |
| Column | DB-5(50 m \times 0.20 mm \times 0.33 μ m, J&W Scientific, USA) |
| Oven temp. | 35°C (3 min) \rightarrow 5°C/min \rightarrow 220°C (5 min) |
| Injection temp. | 230°C |
| Detector temp. | 250°C(FID) |
| Carrier gas | He, 25 mL/min |
| Split ratio | 1 : 10 |

관능검사

시료의 관능검사는 먼저 관능검사 경험이 있는 25명중 우수한 패널 15명을 선정하여 3회 반복실행 하였다. 저장기간에 따라 단세포화물과 기계마쇄물 시료를 관능검사전 일정크기의 컵에 약 30 mL의 양을 채우고 상온에 1시간 내지 2시간 동안 방치하여 시료의 온도를 실온에 도달하게 한 다음 관능검사를 실시하였다.

통계처리

모든 측정 결과는 SAS package(17)를 사용하여 통계처리

하였으며 유의성 검증은 Duncan's multiple range test로 유의차는 5% 범위 내에서 검정하였다(P<0.05).

결과 및 고찰

단세포화물 조제

마늘을 단세포화하기 위한 최적 조건의 선정기준은 단세포화물을 제조한 다음 20 mesh screen을 통과한 후 4°C, 2시간 정치시킨 뒤에 단세포화물이 차지하고 있는 부피를 측정해 가장 많은 부피를 차지한 것을 최적 조건으로 하였다. 이를 통해 유의차가 없을 경우 각 시료를 원심분리 후 상등액을 제외한 나머지 부분을 모아 수분함량을 측정하였다. 마늘의 각 요소의 최적조건은 pH는 8.0 buffer에 0.75% 효소용액이 되도록 완전히 용해하여 마늘 조직에 처리 한 뒤 250 rpm, 37°C의 조건에서 150 분동안 활성화 시킬 때였다. 활성화 시킨 뒤 현미경으로 관찰하였다(Fig. 2-a). Ppase가 처리된 경우에는 효소작용에 의해 조직세포가 개개의 세포로서 유리되어져 넓게 분포하고 있으며 동일한 크기의 세포로 분리되어 액상에서의 균일성을 보여주고 있다. 이는 이와 Hwang 등(18)의 연구 결과와 일치하는 것으로 효소 처리에 의해 조직이 유리되어진 것을 확인할 수 있었다. 대조군인 기계마쇄물은 세포가 기계 작용에 의해 파괴되어 불규칙적인 형태로 단일세포의 균들을 확인할 수 없었고, 세포구조 자체가 확인되지 않았다(Fig. 2-b). 단세포화물에서는 세포벽을 유지하고 있는 마늘의 식물조직을 확인할 수 있었다.

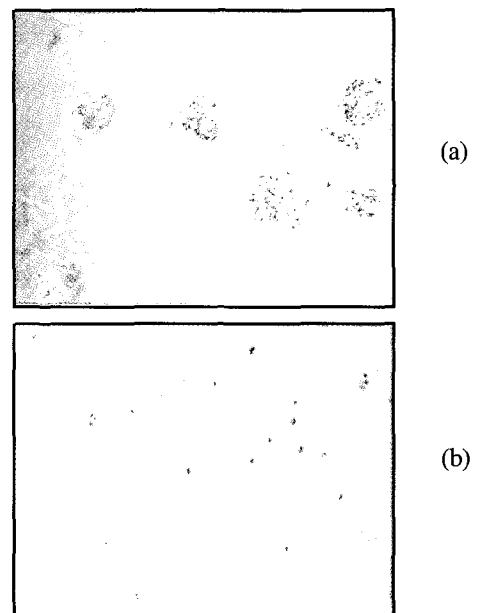


Fig. 2. Microphotographs of garlic suspensions.

(a) Treated with Ppase.

(b) mechanically macerated with homogenizer.

alliin 함량

Fig. 3은 단세포화물과 기계마쇄물간 alliin 함량차이를 나타낸 것이다. alliin의 함량은 기계마쇄물에서는 0일에서 11 mg/g 정도였으나, 24일 경과 후 약 40% 정도 감소한 6.6 mg/g의 함량을 보였다. 하지만 단세포화물은 8.5 mg/g에서 7.0 mg/g으로 20% 정도 감소하였다. 초기 alliin의 값에서 차이가 나는 이유는 alliin 자체가 갑작스러운 외부의 영향 즉, 열·빛·온도의 상승에 약한데 단세포화물은 효소 처리시 약간의 열을 가해 초기 alliin의 값이 기계마쇄물보다 낮은 것으로 보인다.

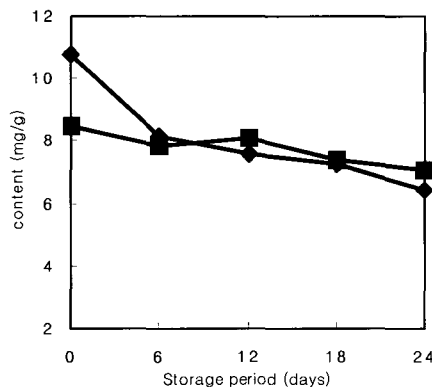


Fig. 3. The change of alliin in garlic powder prepared with PPase and mechanical size reduction stored at 4°C.

◆ MH : Mechanically macerated with homogenizer ■ PPase : PPase-treated.

Hwang 등(19)에 따르면 allyl sulfide와 total sulphur과 같은 유황화합물이 저온저장시에는 축적되나 37°C에서는 유황화합물들이 소진되고 있다고 언급하였다. 따라서 최초의 alliin의 함량은 기계마쇄물에 비해 상대적으로 작지만 4°C에서 저장기간별로 측정된 값에서는 alliin의 감소폭이 더 적게 나타났다. 위 결과로 보아 alliin의 함량은 단세포화물에서도 감소하기는 하지만 기계마쇄물보다 안정적인 결과를 보였고, 마늘이 가지고 있는 alliin 성분을 유지시켜 주는데 기계마쇄물보다 유용한 결과를 보였다.

향기성분

SPME로 향기성분을 추출포집하고 GC-MS로 분리동정한 결과는 Table 3이 기계마쇄물, Table 4가 단세포화물의 향기성분을 분석한 결과이다. Wiley/NBS library와 Kovat index 계산결과를 바탕으로 MS로 물질을 확인하였다.

시료를 0일과 24일 두가지 시료로 구분한 이유는 관능검사 결과의 향기 부분을 바탕으로 0일과 24일 저장할 때의 차이가 확연하게 드러났다. 따라서 실제 사람이 느끼는 이취와 실제 GC-MS를 통해 분석한 향기성분사이에는 어떤 차이가 있는가를 확인해 보기 위해 0일과 24일만을 나누어 측정하였다. 이를 바탕으로 확인된 성분은 단세포화물 18종 / 기계마쇄물 23종이었다. 본 실험에서 확인된 마늘 추출

Table 3. The changes of flavor compounds of garlic suspensions prepared with mechanical size reduction stored at 4°C

(Unit : Peak area count/10000)

| PN ¹⁾ | R.T. ²⁾ | Flavor compounds | Storage period | |
|------------------|--------------------|---|----------------|-----------|
| | | | 0 day | 24 days |
| 1 | 4.17 | 1,1,3,3,5,5-Hexamethyl-cyclopentasiloxane | 32.7813 | 10.7011 |
| 2 | 5.09 | 1,2-dithiacyclopentane | 12.2557 | 22.1448 |
| 3 | 5.45 | Allyl monosulfide | 737.2480 | 2234.4680 |
| 4 | 7.59 | Methyl propyl disulfide | 157.5800 | 1526.6840 |
| 5 | 8.38 | unknown | 0 | 31.5188 |
| 5 | 9.28 | Propanedioic acid | 35.6150 | 125.6545 |
| 6 | 10.53 | Octamethyl-cyclopentasiloxane | 34.2680 | 0 |
| 7 | 13.38 | unknown | 77.5348 | 0 |
| 8 | 14.08 | Diallyl disulfide | 5388.6980 | 11643.710 |
| 9 | 14.29 | Trans-propenyl propyl disulfide | 129.0678 | 1077.5010 |
| 10 | 14.40 | 2-vinyl-1,3-dithiane | 88.5158 | 1220.7500 |
| 11 | 15.53 | Allyl methyl trisulfide | 43.5518 | 362.1433 |
| 12 | 16.02 | Decamethyl cyclopentasiloxane | 15.6034 | 0 |
| 13 | 16.24 | 1,2,3-trithiolane | 7.4891 | 0 |
| 14 | 17.28 | 3,4-dihydro-3-vinyl-1,2-dithiane | 0 | 52.1196 |
| 15 | 18.18 | 2-vinyl-4H-1,3-dithiane | 24.6819 | 103.7965 |
| 16 | 18.59 | 1-chlorohexa-2,4-diene | 43.8065 | 0 |
| 17 | 19.47 | 2-cyclopenten-1-one | 49.4675 | 46.0282 |
| 18 | 20.41 | 2-methyl-2-cyclopentenone | 55.8880 | 27.0365 |
| 19 | 21.00 | Diallyl trisulfide | 813.0859 | 2477.5360 |
| 20 | 21.20 | Dodecamethyl cyclopentasiloxane | 7.1961 | 61.0634 |
| 21 | 22.53 | 5-methyl-1,2,3,4-Tetrathiane | 20.0535 | 26.7070 |
| 22 | 27.58 | unknown | 8.0997 | 0 |
| 23 | 28.36 | Diallyl tetrasulfide | 11.8520 | 38.0541 |

¹⁾Peak Number.

²⁾Retention Time.

물의 향기성분은 Table 3(기계마쇄)과 Table 4(효소처리)에서 보는 바와 같이 기계마쇄물에서는 unknown, 3,4-dihydro-3-vinyl-1,2-dithiane 등 두가지의 향기성분이 24일이 지나자 새로 생성되었으며, octamethyl-cyclopentasiloxane, unknown, decamethyl cyclopentasiloxane, 1,2,3-trithiolane, 1-chlorohexa-2,4-diene 등의 성분이 24일째에는 없어진 것으로 나타났다. 효소처리를 한 후 4°C서 보관한 시료에서는 총 18종의 향기성분중 1,2,3-trithiolane, butanoic acid는 24일째 생성되었으나, octamethyl-cyclopentasiloxane, decamethyl cyclopentasiloxane 등의 향기성분이 비검출되었다.

신선한 마늘의 주요한 향기성분으로 알려진 diallyl disulfide의 peak area는 기계마쇄물의 경우 0일에서 5,388이며, 24일의 경우는 11,643으로 약 2.16배 정도 증가한 것을 확인할 수 있었다. 단세포화물의 경우 8,298에서 24일에

9,116으로 약 1.10배 증가한 것을 확인하였다. 이 값은 저장 초기와 큰 차이가 없는 것으로 단세포화물의 저장 0일과 24일 경과후 주요 향기성분의 차이는 약 2개의 증감만 보였을 뿐 거의 peak 면적에서는 증감에 차이만 보였을 정도로 향기성분의 24일 저장후에도 안정한 상태를 유지하였다. 하지만 기계마쇄물의 결과는 단세포화물과는 달리 0일에 비해 6개가 새로 생성되었고 없어진 물질도 2개나 되었다. 이러한 결과로 보아 지금까지 기계마쇄물은 제조과정서 세포벽 파괴로 향기 성분의 감소 및 변화를 가져오는 것을 확인하였다. 그리고 전체적인 향기성분에서는 sulfide류, diallyl disulfide와 diallyl trisulfide 등이 많은 향기성분을 차지하였다. 이것은 Shin 등(20)의 연구에서 언급되었던 향기와도 일치하는 것으로 기계마쇄물이나 단세포화물 두 시료에서 가장 중요한 향기물질로서 나타났다. 하지만 기계마쇄물은 24일 경과한 시료에서는 그 냄새가 시큼한 것을 확인할 수 있었고, Ketone류의 물질인 1-chlorohexa-2,4-diene, 2-cyclopenten-1-one, 2-methyl-2-cyclopentenone 등의 향기성분들이 추가로 포함되고 증가된 것을 확인하였다. 이렇게 새롭게 생성된 물질들이 향기성분의 변화를 유발시키는 것으로 판단되어진다.

Table 4. Changes of flavor compounds of garlic suspensions prepared with PPase size reduction stored at 4°C.

| PN ¹⁾ | R.T. ²⁾ | Flavor compounds | (Unit : Peak area count/10000) | |
|------------------|--------------------|--|--------------------------------|-----------|
| | | | Storage period (days) | |
| | | | 0 | 24 |
| 1 | 4.17 | 1,1,3,3,5,5,-Hexamethyl-cyclopentasiloxane | 34.1651 | 20.7558 |
| 2 | 5.09 | 1,2-dithiacyclopentane | 11.4481 | 15.9011 |
| 3 | 5.45 | Allyl monosulfide | 377.9491 | 308.1410 |
| 4 | 8.02 | Methyl trans propenyl disulfide | 725.9884 | 856.2592 |
| 5 | 9.28 | Propanedioic acid | 93.5226 | 166.6343 |
| 6 | 10.53 | Octamethyl-cyclopentasiloxane | 45.6225 | 0 |
| 7 | 14.08 | Diallyl disulfide | 8298.8870 | 9166.9600 |
| 8 | 14.29 | Trans-propenyl propyl disulfide | 388.0435 | 328.8399 |
| 9 | 14.40 | 2-vinyl-1,3-dithiane | 288.8551 | 1120.5580 |
| 10 | 15.53 | Allyl methyl trisulfide | 101.6236 | 388.2246 |
| 11 | 16.02 | Decamethyl cyclopentasiloxane | 23.5857 | 9.6456 |
| 12 | 16.24 | 1,2,3-trithiolane | 0 | 8.5065 |
| 13 | 17.28 | 3,4-dihydro-3-vinyl-1,2-dithiane | 57.0725 | 274.3682 |
| 14 | 18.18 | 2-vinyl-4H-1,3-dithiane | 82.4571 | 360.0471 |
| 15 | 21.00 | Diallyl trisulfide | 1519.1060 | 2681.0480 |
| 16 | 21.20 | Decamethyl cyclopentasiloxane | 37.5232 | 0 |
| 17 | 22.53 | 5-methyl-1,2,3,4-Tetrathiane | 15.3040 | 26.1992 |
| 18 | 28.28 | Butanoic acid | 0 | 23.1357 |

¹⁾Peak Number.

²⁾Retention Time.

관능검사

후각, 시각 등의 항목을 7점 평점법을 이용해서 관능검사를 실시하였다. 대조구와 단세포화물 시료들의 색과 냄새, 그리고 전체적인 선호도를 비교한 결과는 Table 5와 같다. 각 처리구는 저장기간별로 기계마쇄물과 단세포화물 두가지를 비교하였다.

Table 5. Sensory scores of Vegetables as treated with PPase and mechanical maceration at 4°C

| Sample | Treatment Storage period (day) | PPase | | | | | Mechanical maceration | | | | |
|--------|-----------------------------------|--------------------|-------|-------|------|------|-----------------------|------|------|-------|------|
| | | 0 | 6 | 12 | 18 | 24 | 0 | 6 | 12 | 18 | 24 |
| Garlic | color | 6.6a ¹⁾ | 4.2b | 4.0bc | 3.2c | 2.3d | 6.7a | 4.6b | 3.5c | 2.8c | 1.7d |
| | odor | 6.0a | 5.3ab | 4.9ab | 4.6b | 4.3b | 6.0a | 5.6a | 4.3b | 3.5bc | 3.0c |
| | overall acceptability | 5.3a | 5.1a | 4.6a | 4.3a | 3.0b | 5.2a | 5.2a | 3.2b | 3.1b | 2.8b |

¹⁾a,b,c : Means with the same letter in the same column are significantly different as determined by Duncan's multiple range test.(p<0.05).

마늘은 색깔에서는 저장기간이 지날수록 붉은색 계통으로 변하면서 색변화는 점점 커지고 있다. 이것은 단세포화물에서도 세포벽의 파괴로 용출되어 나와 마늘의 갈변화를 일으킨 결과로 나타난 성분들이 있기 때문에 색도에서는 0일의 시료와 큰 변화수치를 보여주었다. 0일째 '6.6'에서 24일째는 '2.3'으로 확실한 색의 변화를 감지할 수 있었다. 그러나 냄새에서는 24일 경과 후 기계마쇄물에서는 냄새가 거의 다 사라졌지만 단세포화물에서는 비교적 그 냄새가 잘 유지 되는 것으로 나타났다. 따라서 냄새에 의해 마늘의 단세포화물은 12일까지는 전체적인 선호도가 기계마쇄물의 6일에 비해 좋게 나왔다. 이 결과로 미루어 마늘의 색도 부분을 제외한 관능검사 결과에서는 단세포화물의 저장기간동안 향기성분의 관능검사 결과 우수성을 확인할 수 있었다. 이를 바탕으로 단세포화물 자체의 전반적인 관능검사에서 우수성을 확인할 수 있었다.

요 약

마늘 가공 공정시 발생하는 품질손실과 저장기간 감소, 급속한 변질 등의 문제점을 해결하기 위한 방안으로 PPase를 적용해 식물조직의 단세포를 유리시켰다. 마늘의 단세포화를 위한 최적조건은 250 rpm으로 37°C의 조건에서 pH 8.0으로 150분 동안 활성화 시킬 때 최적 수율의 단세포화물을 얻었다.

단세포화물과 기계마쇄물의 품질 안정성을 비교한 결과 마늘의 주요 활성요소 성분인 alliin의 함량은 기계 마쇄물이 11 mg/g에서 6.6 mg/g으로, 단세포화물이 8.5 mg/g에서

7.0 mg/g으로 기계 마쇄물에 비해 약 20% 정도 이상의 alliin 유지 능력을 보여주었다. 그리고 SPME와 GC/MS를 이용한 마늘의 향기성분은 확인된 23종 중 총 8종의 증감이 있었던 기계마쇄물에 비해 18종 중 4종의 증감이 있었던 단세포화물이 보다 안정한 향기 성분 변화를 보여주었다. 이와 마찬가지로 관능검사 결과를 보더라도 4°C에서 24일 경과후에도 향기성분 자체의 변화가 거의 없는 단세포화물의 시료가 전체적인 기호도 등 관능검사 결과에서도 좋은 점수를 얻었다.

참고문헌

- Raghavan, B., Abraham, K.O. and Shankara Narayana, M.L. (1983) Chemistry of garlic and garlic products. J. Scientific and Industrial Research., 42, 401-409
- Kim, Y.S., Park, K.S., Kyung, K.H., Shim, S.T. and Kim, H.K. (1996) Antibacterial activity of garlic extract against *Escherichia coli*. Korean J Food Sci. Technol., 28, 730-735
- Stoll, A. and Seebeck, E. (1949) Uber die enzymatische abau des alliiins und die eigenschaften der alliinase. Helv. Chim. Acta., 32, 197-198
- Park Y.K. and Kang. Y.H. (2000) Enzymatic Maceration of Vegetables with Cell Separating Enzymes. Korean J. Postharvest. Sci. Technol., 7, 184-188
- Han, E.S. (1993) Fruits storage and processing technology in korea. Agricultural Cooperative Development Institute. p.35-78
- Lee, D.H., Lee, S.C. and Hwang, Y.I. (2000) Processing properties of kiwifruit treated with protopectinase. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 29, 401-416
- Biological Active substances of Food Industry new Processing Technology (1998) - Focused on the Membrane Separation Process. Food Technology and Industry. 31, 18-29
- Shin, H.H. and Pyun, Y.R. (1997) Inactivation of *Lactobacillus plantarum* by high voltage pulsed electronic fields treatment. Korean J Food Sci. Technol., 29, 1175-1183
- Kim, D.H. and Beun, M.W. (2001) New processing technology of traditional fermented food using radical. Food Industry and Nutrition, 6, 38-44
- Byun, M.W. and Lee, S.H. (1997) Effect of ozone treatment and gamma irradiation on the quality properties of dried-spirulina and dried-sea tangle powders. Korean J. Food Sci. Technol., 29, 764-770
- Shin, J.K. and Byeon, Y.L. (2000) Pasteurization of food by high intensity light pulse. Food Technology and Industry, 33-98
- Takashi, N., Roque, A.H. and Takuo, S. (1995) Enzymatic maceration of vegetables with protopectinases. J. Food Sci., 60, 468-472
- Kim, I.H., Lee, Y.C., Kim, H.K. and Park, M.H. (1998) Synthesis and purification of allithiamine from garlic. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 293-298
- Ryu, S.K., Roh, J.C., Park, H. and Park, S.K. (2002) Correlation between SPME-GC analysis and the aroma intensity for ginseng volatiles. J. Ginseng Res., 26, 206-212
- Park, C.K., Lee, J.G., Jeon, B.S, Kim, N.M. and Shim, K.H. (2002) Changes of volatile flavor components with different roasting processes in chicory roots. Food Engineering Process. 6, 232-240
- Im, S.I. and Choi, S.H. (2003) Volatile compounds in the oxidation of unsaturated fatty acids caused in off-flavor of porcine liver by HS-SPME. Korean J. Food Sci. Technol., 35, 359-365
- SAS (1995) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC, U.S.A.
- Lee, S.C. and Hwang, Y.I. (1997) Cell separation of vegetable tissue by protopectinase. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 26, 430-435
- Hwang, J.B., Ha, J.H., Park, W.S. and Lee, Y.C. (2004) Changes of component on green discolored garlic. Korean J. Food Sci. Technol., 36, 1-8
- Shin, D.B., Haver W.D., Koo M.S., Kim Y.S. and Jeun H.S. (2001) Quality evaluation of garlic from different cultivation area. Korea Food Research Institute, Sungnam, Korea

(접수 2006년 3월 2일, 채택 2006년 5월 31일)